

1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3052013号
(P3052013)

(45) 発行日 平成12年6月12日 (2000. 6. 12)

(24) 登録日 平成12年4月7日 (2000. 4. 7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 1 P 3/56

G 0 1 P 3/56

A

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平3-267579

(22) 出願日 平成3年10月16日 (1991. 10. 16)

(65) 公開番号 特開平5-107257

(43) 公開日 平成5年4月27日 (1993. 4. 27)

審査請求日 平成9年10月30日 (1997. 10. 30)

(73) 特許権者 000005326

本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 金 圭男
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式
会社本田技術研究所内

(72) 発明者 白石 修士
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式
会社本田技術研究所内

(74) 代理人 100071870
弁理士 落合 健 (外1名)

審査官 石井 哲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイドロプレーニング検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の車輪回転速度を検出する車輪回転速度検出手段 (1_L, 1_R) と、ハイドロプレーニング発生時における車輪回転速度の時間経過に伴う変化の基準パターンとなる波形を予め記憶する基準パターン記憶手段 (21) と、車輪回転速度の時間経過に伴う実変化を波形として抽出する実変化パターン抽出手段 (16) と、前記基準パターンと実変化パターン的一致を判別する判別手段 (19) と、を備えて成るハイドロプレーニング検出装置。

【請求項2】 前記判別手段 (19) は、前記基準パターンと実変化パターンの内積を演算する内積演算手段 (20) と、基準値記憶手段 (23) に予め記憶した基準値と前記演算した内積値を比較する比較手段 (22) とを含むことを特徴とする、請求項1記載のハイドロブ

レーニング検出装置。

【請求項3】 前記判別手段 (19) は、前記基準パターンと実変化パターンのたたみこみ積分を演算する積分演算手段 (24) と、基準値記憶手段 (23) に予め記憶した基準値と前記積分値を比較する比較手段 (22) とを含むことを特徴とする、請求項1記載のハイドロプレーニング検出装置。

【請求項4】 前記実変化パターン抽出手段 (16) は、検出した車輪回転速度の実変化の波形を抽出する波形抽出手段 (17) と、抽出した波形における減速ピーク波高値を前記基準パターンの減速ピーク波高値で正規化する正規化手段 (18) とを含むことを特徴とする、請求項1記載のハイドロプレーニング検出装置。

【請求項5】 前記判別手段 (19) の出力に基づいてハイドロプレーニングの発生を警報する警報手段 (1

0)を備えたことを特徴とする、請求項1記載のハイドロブレーニング検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両が高速で路面の水膜上を通過する際に発生するハイドロブレーニング現象を検知するためのハイドロブレーニング検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ハイドロブレーニング現象とは、車両が水溜り等の水膜の上を高速（一般に80km/h以上）で通過する際に車輪が一時的に路面から浮き上がり、車輪と路面間の摩擦係数が急激に低下する現象をいう。このハイドロブレーニングは水膜が路面と車輪間の楔状空間に高速で進入し、その動圧によって車輪が路面から押し上げられるために発生する。

【0003】図5に示すように、ハイドロブレーニングは1秒未満の極めて短時間の内に発生し、その間に車輪回転速度は一旦急激に落ち込んだ後、瞬間的に回復する。すなわち車輪が路面から浮き上がったとき、その車輪は路面との間に進入した水膜の抵抗により急激に回転速度を落とし（一般に数km/h以上）、路面との接触を回復すると同時に元の速度に復帰するため、その速度パターンは下向きに凸な鋸波状となる。かかるハイドロブレーニングは路面の水膜が長い場合には短い時間間隔で繰り返し発生し、その間にブレーキ性能やステアリング性能に影響を与える。

【0004】従来より知られているハイドロブレーニング検出手法は、例えば特開昭63-265172号公報に記載されているように、車輪回転速度の鋸波状の急激な低下に着目し、その車輪回転速度を微分演算して得られた減速度の大きさが基準値を越えた場合にハイドロブレーニングの発生を検出するものであった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、車両の車輪回転速度の急激な低下はハイドロブレーニング現象の場合だけに発生するものでは無く、例えば悪路走行時、あるいは車輪が路面の突起や段差を乗り越える場合にも発生する（図6（b）～（d）参照）。そのために上記従来の車輪回転速度の微分値を用いるものでは、ハイドロブレーニングに起因する車輪の減速度とその他の要因による車輪の減速度とを確実に識別することが困難であり、その検出精度に限界があった。

【0006】本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、ハイドロブレーニングの発生を高精度に検出することが可能なハイドロブレーニング検出装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明のハイドロブレーニング検出装置は、車両の

車輪回転速度を検出する車輪回転速度検出手段と、ハイドロブレーニング発生時における車輪回転速度の時間経過に伴う変化の基準パターンとなる波形を予め記憶する基準パターン記憶手段と、車輪回転速度の時間経過に伴う実変化を波形として抽出する実変化パターン抽出手段と、前記基準パターンと実変化パターンの一致を判別する判別手段と、を備えて成ることを第1の特徴とする。

【0008】また本発明は前述の第1の特徴に加えて、前記判別手段は、前記基準パターンと実変化パターンの内積を演算する内積演算手段と、基準値記憶手段に予め記憶した基準値と前記演算した内積値を比較する比較手段とを含むことを第2の特徴とする。

【0009】また本発明は前述の第1の特徴に加えて、前記判別手段は、前記基準パターンと実変化パターンのたたみこみ積分を演算する積分演算手段と、基準値記憶手段に予め記憶した基準値と前記積分値を比較する比較手段とを含むことを第3の特徴とする。

【0010】また本発明は前述の第1の特徴に加えて、前記実変化パターン抽出手段は、検出した車輪回転速度の実変化の波形を抽出する波形抽出手段と、抽出した波形における減速ピーク波高値を前記基準パターンの減速ピーク波高値で正規化する正規化手段とを含むことを第4の特徴とする。

【0011】また本発明は前述の第1の特徴に加えて、前記判別手段の出力に基づいてハイドロブレーニングの発生を警報する警報手段を備えたことを第5の特徴とする。

【0012】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明の実施例を説明する。

【0013】図1に示すように、車両は従動輪としての左右の前輪 W_f と、エンジンEにより駆動される駆動輪としての左右の後輪 W_r を備える。左右の前輪 W_f にはその回転速度を検出する従動輪速度センサ 1_L 、 1_R がそれぞれ設けられるとともに、左右の後輪 W_r にはその回転速度を検出する駆動輪速度センサ 2_L 、 2_R が設けられる。またブレーキペダル3には非制動時にONするブレーキスイッチ4が設けられるとともに、ワイパー5には該ワイパー5の使用時にONするワイパースイッチ6が設けられる。前記従動輪速度センサ 1_L 、 1_R 、駆動輪速度センサ 2_L 、 2_R 、ブレーキスイッチ4、ワイパースイッチ6、およびハイドロブレーニングの発生時に警報を発するためのブザー10が、マイクロコンピュータを備えた電子制御ユニットUに接続される。

【0014】図2に示すように、電子制御ユニットUは高速演算が可能なCPU11、演算プログラムや各種データが予め記憶されるROM12、検出値や演算結果が一時的に記憶されるRAM13、前記従動輪速度センサ 1_L 、 1_R 、駆動輪速度センサ 2_L 、 2_R 、ブレーキスイッチ4、ワイパースイッチ6が接続される入力回路1

4、および前記ブザー10が接続される出力回路15から構成される。

【0015】図3は電子制御ユニットUにおいて実行される処理内容を示すブロック図である。車輪回転速度検出手段1_L、1_Rで検出された従動輪速度は実変化パターン抽出手段16に入力され、その速度変化の波形の特徴部分が波形抽出手段17において抽出された後、正規化手段18において正規化される。車輪回転速度検出手段1_L、1_Rで検出される従動輪速度には、図6(a)～(d)に示すように、ハイドロプレーニングによるものと、それ以外のものとが含まれる。判別手段19の内積演算手段20には、基準パターン記憶手段21に記憶された基準パターン(図6(e)参照)、すなわち軽微なハイドロプレーニングが発生した場合の従動輪速度の代表的な変化パターンと、前記正規化手段18において正規化された実変化パターンとが入力され、そこで実変化パターンと基準パターンとの内積値が演算される。この内積値は実変化パターンと基準パターンの一致度のパラメータとなるもので、比較手段22において前記内積値を基準値記憶手段23に予め記憶した基準値と比較し、内積値が基準値を越えた場合、すなわち実変化パターンと基準パターンのパターンマッチングによる一致度が高い場合にはハイドロプレーニングが発生したと判断され、警報手段10により運転者に警報が発せられる。ここで、車輪回転速度検出手段は前記従動輪速度センサ1_L、1_Rに対応し、警報手段はブザー10に対応する。また、実変化パターン抽出手段16と判別手段19は前記CPU11とRAM13から構成され、基準パターン記憶手段21と基準値記憶手段23はROM12から構成される。

【0016】次に、電子制御ユニットUにおいて実行される処理内容を、図4のフローチャートおよび図7の作用説明図に基づいて更に詳細に説明する。

ステップS1

従動輪速度センサ1_L、1_Rが検出した従動輪速度が所定の時間間隔(数十mS)で電子制御ユニットUに読み込まれる(図7(a)参照)。

ステップS2

読み込まれたn個データ $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ は生データバッファに蓄積され、新たなデータが読み込まれる度に1データ分だけ順次シフトされる。

ステップS3

生データバッファに蓄積されたサンプリングデータは、その最大値が0となるように上下反転される(図7(b)参照)。

ステップS4

上下反転された生データの最大値が基準パターンの最大値に基づいて正規化される(図7(c)参照)。すなわち反転後の生データの最大値(反転前の生データの最小値)が基準パターン(図7(d)参照)の最大値1で正

規化され、得られた実データ $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ が実データバッファに蓄積される。ここで用いられる基準パターンは、軽微なハイドロプレーニングが発生した場合の従動輪速度の波形の規範として予め設定される。

ステップS5

基準パターンに対応する基準データ $Vs_1, Vs_2, Vs_3, \dots, Vs_n$ と前記実データ $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ との内積値が演算される。すなわち、基準データと実データをそれぞれn個の成分を有する2個のベクトルとしてとらえ、両ベクトルの内積値である $Vs_1 \times V_1 + Vs_2 \times V_2 + Vs_3 \times V_3 + \dots + Vs_n \times V_n$ を演算する。一般に2個のベクトルの内積値は両ベクトルが同一である場合に最大となり、両ベクトルの一致の程度が少なくなるに伴って減少する。したがって前記内積値をパラメータとして、その内積値が大きければ実際に検出された従動輪速度の変化パターンがハイドロプレーニング時における従動輪速度の変化パターンと良く一致していると判断し、逆に内積値が小さければ一致していないと判断することができる。

ステップS6

ステップS5で求めた内積値を予め設定した基準値と比較し、内積値が基準値を越えていればハイドロプレーニングが発生したと判断される(図7(e)参照)。

ステップS7

ハイドロプレーニングの発生が検出されると、ブザー10が作動して運転者に警報が発せられる。これにより運転者は路面がハイドロプレーニングが発生し易い状態にあることを知り、車両の走行速度を低下させることができる。

【0017】尚、左右の従動輪速度センサ1_L、1_Rが検出した従動輪速度は、それぞれ別個に処理され、いずれか一方の内積値が基準値を越えればハイドロプレーニングが発生したと判断されて警報が発せられる。

【0018】また、ハイドロプレーニング検出の精度を向上させるために、車体速度、降雨状態、および制動状態を考慮することができる。すなわち、左右の駆動輪速度センサ2_L、2_Rが検出した左右の駆動輪速度から求めた車体速度が基準値(例えば60km/h)を下回る場合にはハイドロプレーニング発生の可能性が無いと、前記内積値の大きさに関わらず警報を発しないようにしても良い。またワイパースイッチ6がOFFしている非降雨時にもハイドロプレーニング発生の可能性が無いとし、前記内積値の大きさに関わらず警報を発しないようにしても良い。さらに制動時には大きな減速度が検出されるため、ハイドロプレーニングが発生したと誤判断されて警報が発せられる可能性があるが、この制動時にはブレーキスイッチ4がOFFしているため、それを検出して警報を発しないようにしても良い。

【0019】次に、本発明の第2実施例を説明する。第

2実施例は、図3において第1実施例の内積演算手段20に代えて積分演算手段24を備えた点に特徴があり、その構成は第1実施例と同一である。

【0020】積分演算手段24は、前述の内積演算手段20と同様に実変化パターンと基準パターンのパターンマッチングを行うための手段であり、以下その内容を詳述する。

$$F(t) * G(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\tau - t) \times G(t) d\tau \quad \dots (1)$$

前記実変化パターンを表す関数 $F(t)$ は、図8(a)に示すように、従動輪速度の生データを上下反転して正規化したものに対応し、基準パターンを表す関数 $G(t)$ は、図8(b)に示すように、基準パターンを上下反転および左右反転したものに対応する。

【0023】図8(c)に示すように、式(1)の関数 $F(\tau - t)$ は、前記実変化パターンを表す関数 $F(t)$ を縦軸に関して反転し、横軸に沿って τ だけ平行移動したものに相当する。したがって、 τ を $-\infty$ から $+\infty$ まで変化させると関数 $F(\tau - t)$ は横軸に沿って移動し、その移動の過程において $t_A + t_C \leq \tau \leq t_B + t_D$ の範囲で関数 $F(\tau - t)$ と関数 $G(t)$ は相互に重なり合う。そして、両関数 $F(\tau - t)$ 、 $G(t)$ の重なり合う斜線部分の面積が前記式(1)で定義されたたたみこみ積分 $F(t) * G(t)$ の値に比例する。

【0024】前記重なり合った部分の面積は、図8(d)に示すように関数 $F(\tau - t)$ の移動に伴って次第に増加し、最大値に達した後に再び減少する。そして、前記重なり合った部分の面積の最大値は、関数 $F(\tau - t)$ と関数 $G(t)$ のパターンが一致している程大きくなる。したがって、たたみこみ積分 $F(t) * G(t)$ の値を実変化パターンと基準パターンの一致の程度を表すパラメータとして使用し、その積分値が所定の基準値を越えた場合にハイドロプレーニングが発生したと判断することができる。

【0025】以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明を逸脱することなく種々の小設計変更を行うことが可能である。

【0026】例えば、ハイドロプレーニングが検出された時、ブザーによる警報に加えてオートクルーズ装置の自動キャンセルや電動スロットル制御装置におけるスロットル閉弁制御等を併用することができる。また、内積値や積分値の演算をCPUで行う代わりに、専用の高速フィルタ演算装置を用いて行わせても良い。更に、ハイドロプレーニングの基準パターンを車体速度に応じて変化させることも可能である。

【0027】

【発明の効果】以上のように本発明の第1の特徴によれば、車輪回転速度の時間経過に伴う実変化を波形として

【0021】積分演算手段24は、実変化パターンを表す関数 $F(t)$ と基準パターンを表す関数 $G(t)$ のたたみこみ積分(Convolution)を演算する。ここで、たたみこみ積分 $F(t) * G(t)$ は次式のように定義される。

【0022】

【数1】

実変化パターン抽出手段で抽出し、ハイドロプレーニング発生時における車輪回転速度の時間経過に伴う変化の基準パターンとなる、予め記憶された波形と、実変化パターン抽出手段により抽出された前記実変化の波形とを比較して、ハイドロプレーニングの発生を検出しているので、悪路走行時や段差乗り上げ時に発生する車輪回転速度の変化と、ハイドロプレーニングにより発生する車輪回転速度の変化とを正確に識別することができ、ハイドロプレーニングの発生を精度よく検出することができる。

【0028】また本発明の第2の特徴によれば、前記実変化パターンと基準パターンの一致の程度を両者の内積値に基づいて判断しているので、ハイドロプレーニングの発生を精密に検出することができる。

【0029】また本発明の第3の特徴によれば、前記実変化パターンと基準パターンの一致の程度を両者のたたみこみ積分値に基づいて判断しているので、ハイドロプレーニングの発生を精密に検出することができる。

【0030】また本発明の第4の特徴によれば、前記実変化パターンを基準パターンに基づいて正規化しているので、実変化パターンと基準パターンのパターンマッチングの精度を向上させることができる。

【0031】また本発明の第5の特徴によれば、ハイドロプレーニングが検出されると警報手段が作動するので、運転者は直ちに走行速度を低下させる等の手段をとることにより、それ以後のハイドロプレーニングの発生を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ハイドロプレーニング検出装置を搭載した車両の概略図

【図2】電子制御ユニットのハード構成図

【図3】電子制御ユニットの回路構成図(クレーム対応図)

【図4】ハイドロプレーニング検出のフローチャート

【図5】ハイドロプレーニング時の従動輪速度とヨーレートの時間変化を示すグラフ

【図6】従動輪速度の種々のパターンを示す図

【図7】作用の説明図

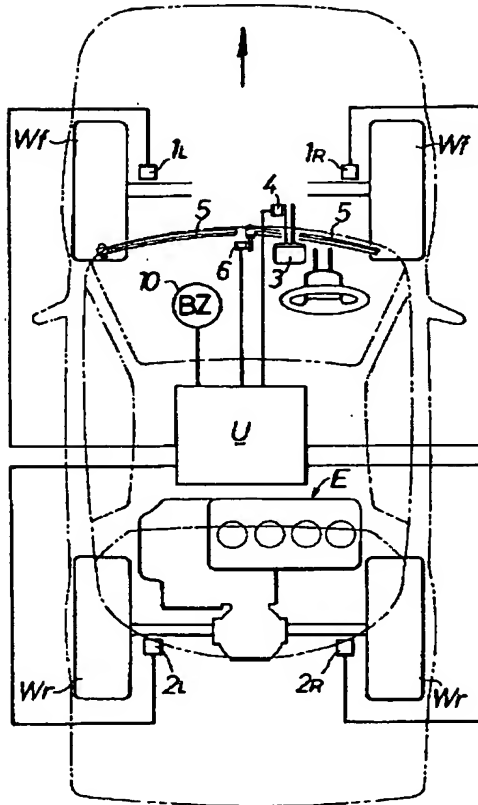
【図8】たたみこみ積分の説明図

【符号の説明】

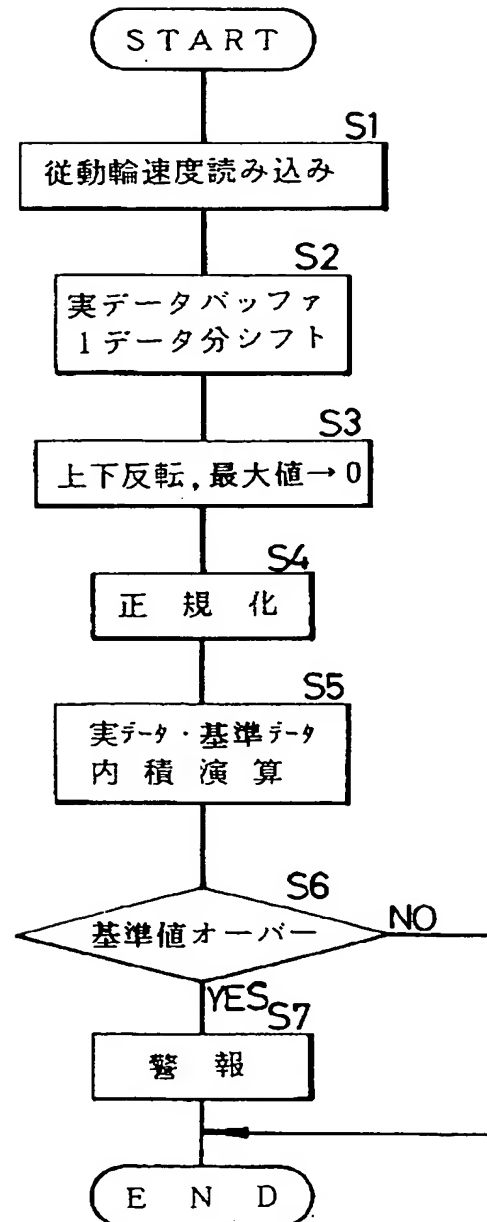
- 1_L, 1_R 従動輪速度センサ（車輪回転速度センサ）
 10 ブザー（警報手段）
 16 実変化パターン抽出手段
 17 波形抽出手段
 18 正規化手段

- 19 判別手段
 20 内積演算手段
 21 基準パターン記憶手段
 22 比較手段
 23 基準値記憶手段
 24 積分手段

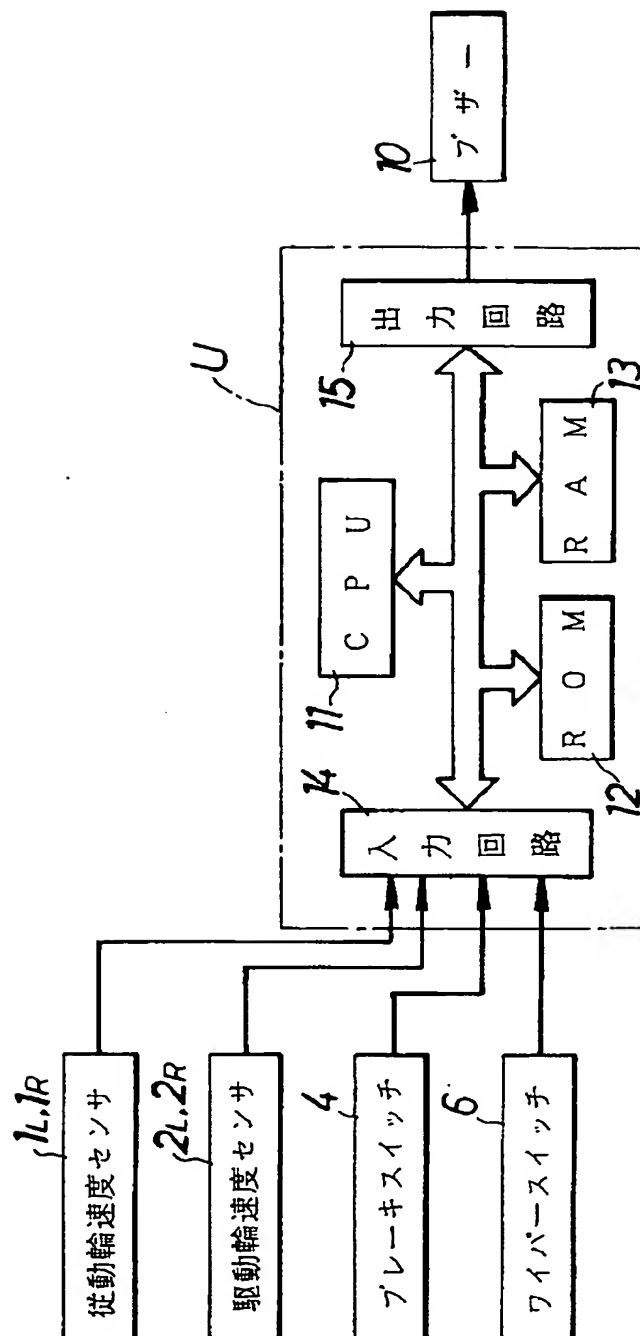
【図1】



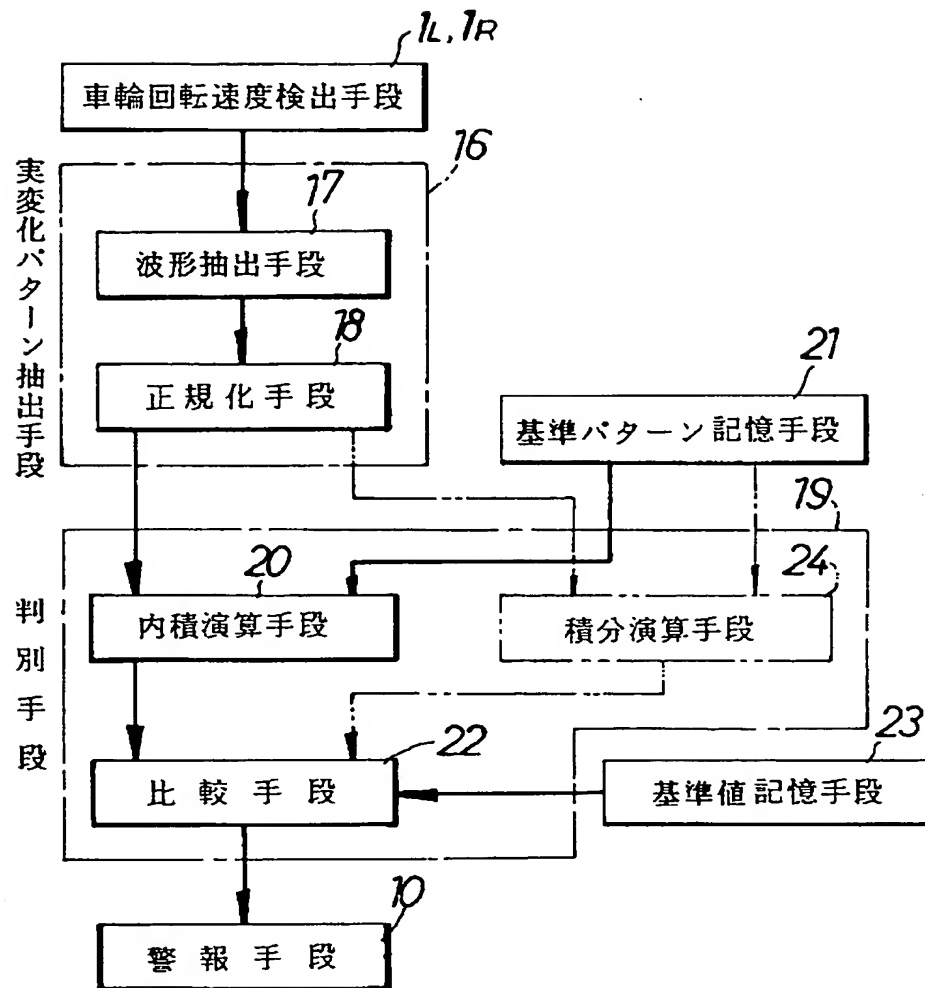
【図4】



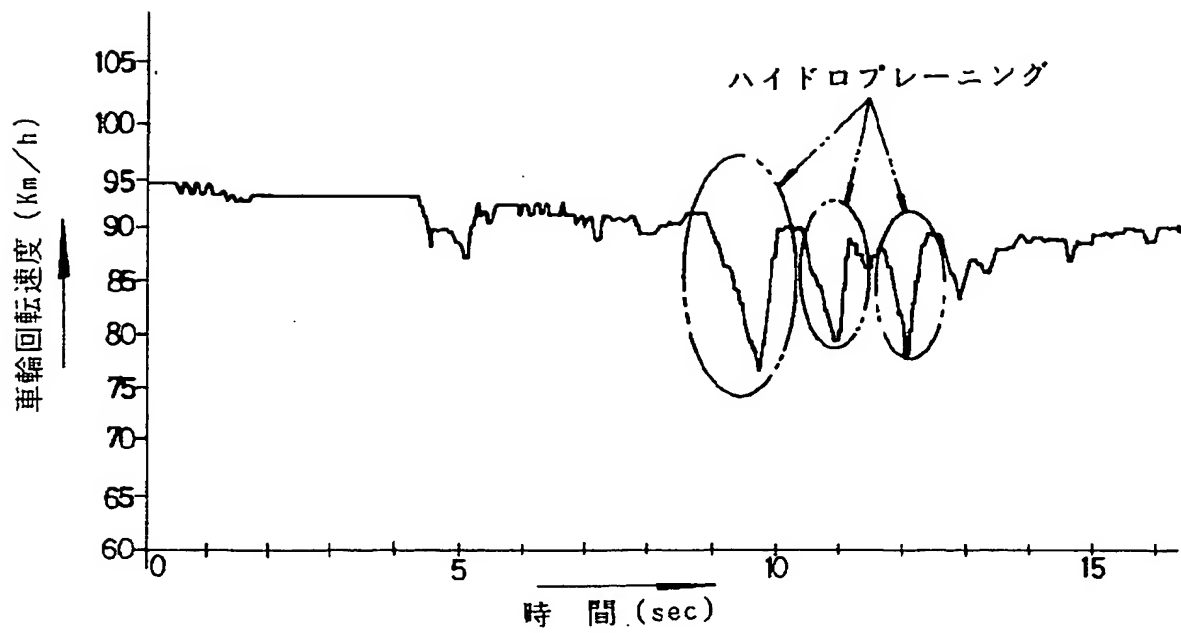
【図2】



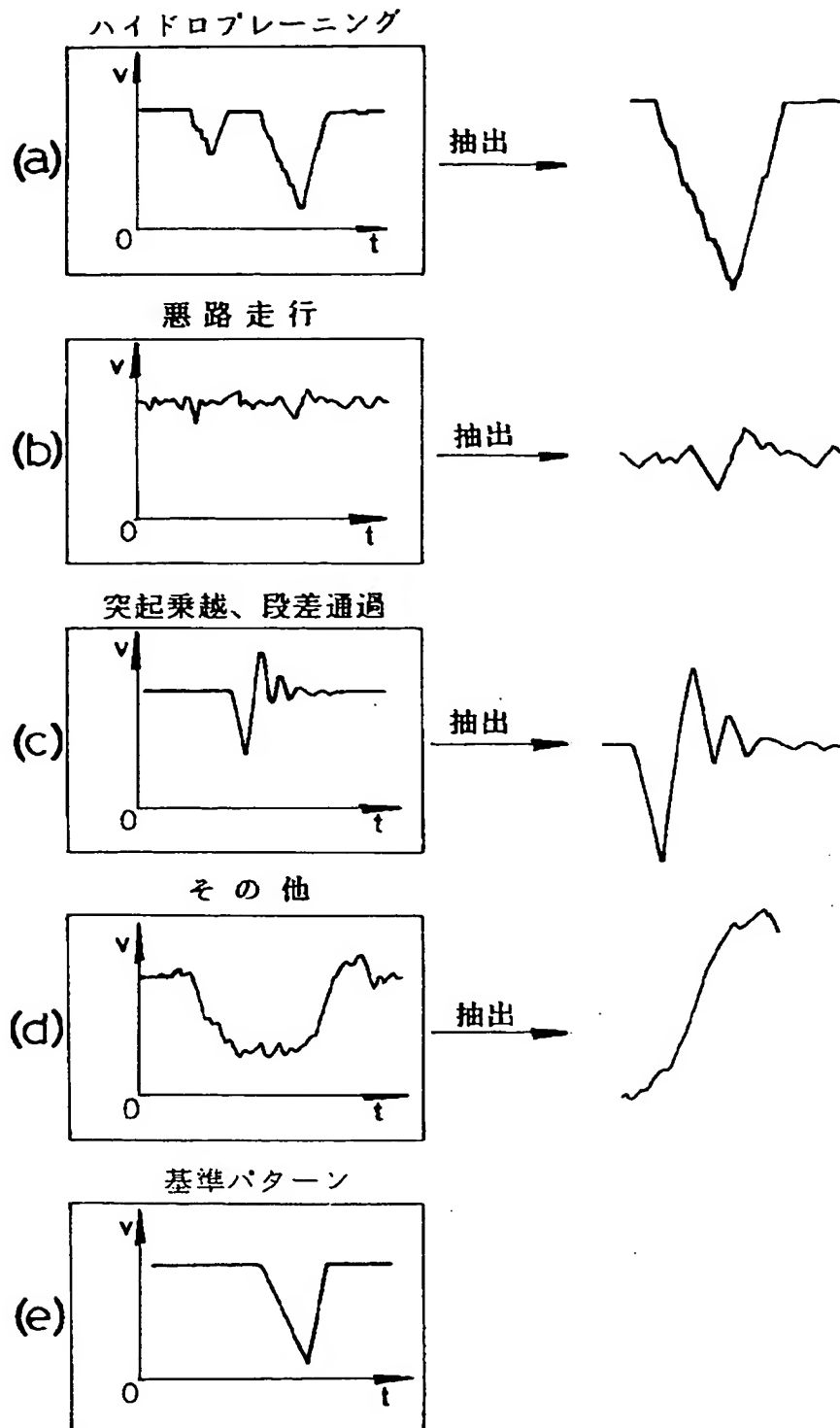
【図3】



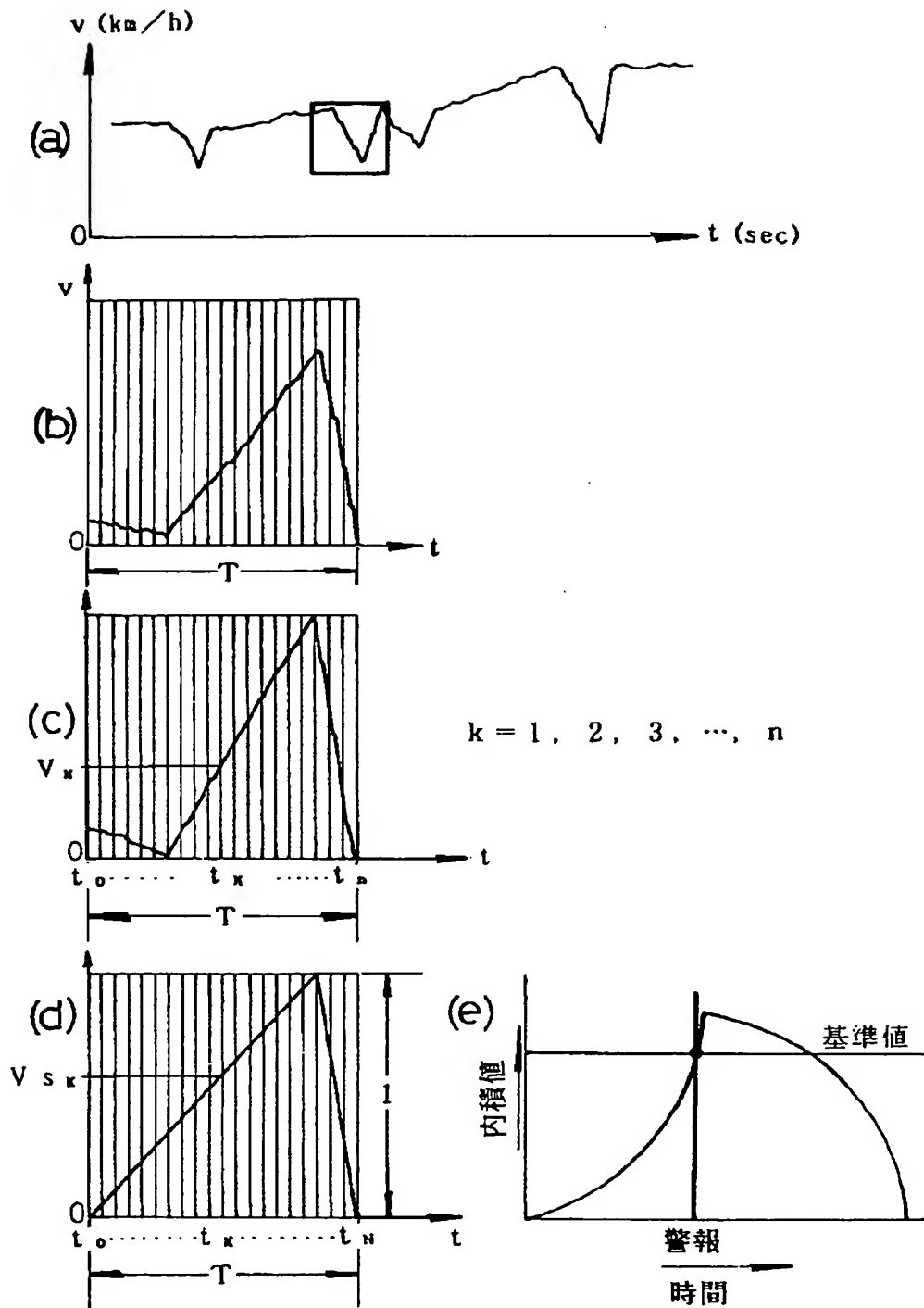
【図5】



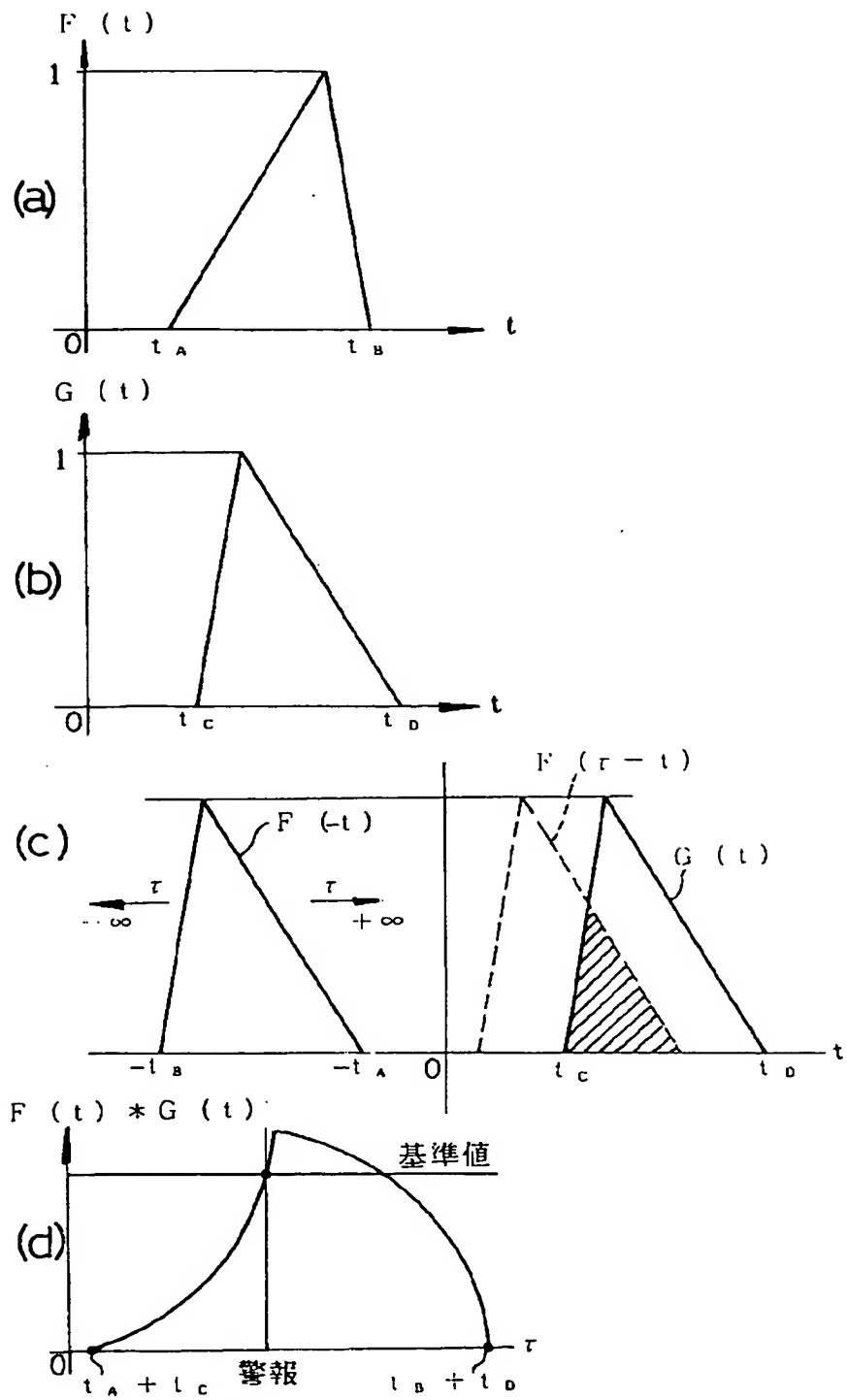
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平 3 - 54043 (J P , A)
 特開 昭63 - 263159 (J P , A)
 特開 平 1 - 114760 (J P , A)
 実開 昭60 - 118962 (J P , U)
 実開 昭60 - 185262 (J P , U)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 7, D B 名)
 G01P 3/56
 B60T 17/18
 F02D 29/02